

# ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ КАРТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КРУПНЫМ СТАЦИОНАРОМ

Мандель А.С., Дорофеев Ю.А., Максаков В.В., Шифрин М.А.

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН*

almandel@yandex.ru; dorofeyuk\_julia@mail.ru; vmaxacov@gmail.com; misha.shifrin@gmail.com

*Аннотация. Исследуется возможность исследования электронных медицинских карт как инструмента управления крупного стационара. Рассматриваются критерии оптимальной работы крупного стационара на основе анализа места крупных стационаров в системе организации медицинской помощи населению. Обсуждаются требования к новому поколению электронных медицинских карт. Описываются методы проектирования системы управления крупным стационаром.*

Ключевые слова: крупные стационары, система управления, электронные медицинские карты.

## Введение

Масштабная модернизация системы здравоохранения Российской Федерации, предпринятая Президентом и Правительством Российской Федерации, включает в себя модернизацию информационной системы здравоохранения. Основной задачей здравоохранения на данном этапе является обеспечение конституционного права граждан Российской Федерации на бесплатную и качественную медицинскую помощь, предоставляемую в рамках Программы государственных гарантий, ежегодно утверждаемой Правительством Российской Федерации. Один из основных и наиболее дорогих видов медицинской помощи – лечение в стационаре. Поэтому совершенствование процесса управления крупным стационаром – проблема чрезвычайно актуальная. Процессный подход к организации управления предприятиями в различных отраслях экономики признан сегодня в России наиболее перспективным. Применительно к организационному управлению в здравоохранении известно три основных направления исследований в области автоматизации медицинских технологических процессов:

- 1) электронные медицинские карты в различных вариантах (включая карты здоровья, карты пациентов);
- 2) поддержка принятия решений на основе клинических руководств;
- 3) управление клиническими процессами (электронные клинические пути - ЭКП).

Таким образом, применение и совершенствование электронных медицинских карт, как инструмента совершенствования управления крупным стационаром, также является весьма актуальной проблемой. Именно ее решению посвящена настоящая работа.

## 1 Оптимизация деятельности крупного стационара

Критерием оптимальности деятельности стационара на вербальном уровне может считаться получение наивысшего медицинского и социального эффекта в рамках финансовых возможностей, предлагаемых бюджетом, обязательным медицинским страхованием и оказанием платных медицинских услуг. Реализация этой задачи осуществляется организационной системой здравоохранения (системой управления стационаром) [1], которая, в свою очередь дополняется информационными системами (автоматизированными системами управления), повышающими эффективность ее функционирования.

Электронные технологические карты (ЭТК), реализующие процессный подход к организации управления стационаром, более привычные в области здравоохранения под названием «электронные медицинские карты» (ЭМК) получили к настоящему времени широкое распространение на Западе [2] и применяются в ряде отечественных крупных стационарах.

Очевидным является то, что для модернизации (совершенствования) системы управления крупным стационаром и соответствующей медицинской информационной системы (МИС – подсистема управления стационаром) необходимо наличие системы адаптации, позволяющей гибко, оперативно и с минимальными затратами приспосабливать действующую систему к изменениям.

## 2 Место крупного стационара в системе организации медицинской помощи населению

Система здравоохранения включает законодательную базу, кадровое обеспечение групп медицинских учреждений различной формы собственности и осуществляющие мероприятия по

оказанию различных видов медицинской помощи [1]. В основах законодательства выделены лишь три вида лечебно-профилактической помощи: первичная медико-санитарная помощь (ПМСП), скорая медицинская помощь и специализированная медицинская помощь. Однако имеются и другие подходы к классификации видов медико-социальной помощи. Чаще всего лечебно-профилактическую помощь подразделяют на внебольничную (или амбулаторно-поликлиническую), больничную (или стационарную), скорую и неотложную, реабилитационную и санаторно-курортную медицинскую помощь. Кроме того, по уровню квалификации выделяют доврачебную, врачебную, квалифицированную, специализированную и узкоспециализированную помощь.

Стационарная (больничная, госпитальная) медицинская помощь в настоящее время является наиболее ресурсоемким сектором здравоохранения. В стационарных учреждениях сосредоточены основные материальные ценности отрасли (дорогостоящее оборудование, аппаратура и т.д.), на содержание учреждений этого типа тратится в среднем 60-70% всех выделяемых на здравоохранение ассигнований.

Виды действующих в стране учреждений здравоохранения перечислены в «Единой номенклатуре государственных и муниципальных учреждений здравоохранения» (Приказ Министерства здравоохранения РФ от 6 августа 2013 г. N 529н «Об утверждении номенклатуры медицинских организаций»). В качестве крупного стационара могут выступать следующие виды медицинских учреждений из утвержденной номенклатуры:

1.1. Больница (в том числе, детская).

1.2. Больница скорой медицинской помощи.

1.3. Участковая больница.

1.4. Специализированные больницы (в том числе, по профилю медицинской помощи), а также специализированные больницы государственной и муниципальной систем здравоохранения.

К основной статистической учетной форме в стационаре относят медицинскую карту стационарного больного (историю болезни), которая имеет медицинское и юридическое значение. В истории болезни регистрируются заболевания, по поводу которых пациент был госпитализирован в лечебно-профилактическое учреждение, ежедневное состояние больного и перечень назначений, касающихся обследования и лечения больного. Собственно, история болезни и является основой для формирования ЭМК.

### **3 Электронная медицинская карта, как основа построения медицинской информационной систем (МИС) крупного стационара**

В [3] утверждается, что совершенствование управления, в нашем случае стационаром, за счет применения современных МИС медицинского учреждения (организации) возможно только, в том числе за счет обеспечения ведения медицинской документации в электронном виде (ведения электронной медицинской карты – ЭМК).

### **4 Методы проектирования и оптимизации подсистемы управления крупным стационаром**

Подсистема управления включает в свой состав: алгоритмическое, информационное, программное, техническое, организационно-правовое обеспечения, а также их составляющие.

Под алгоритмическим управлением будем понимать: формальные (формализованные) модели планирования и управления; алгоритмы взаимодействия лица, принимающего решение (далее – ЛПР) с формальными моделями, образующие человеко-машинную систему. Рассмотрим более подробно технологичность и адаптивность проектируемой подсистемы. В настоящее время делается упор на применение современных информационных технологий (например, искусственный интеллект), дающих наибольшей эффект. Неформально определим, что данное изделие или процесс более технологичны, чем аналогичные, если они требуют меньшего вмешательства в управляемый процесс со стороны управляющего органа. Пусть  $P_i^j \subseteq X_i^j \times Y_i^j$  – подпроцесс иерархической системы и  $X_i^j$  – множество его входов,  $Y_i^j$  – множество его выходов,  $i$  – уровень иерархии,  $j$  – индекс элемента иерархии [4].

Будем отождествлять  $P_i = \{P_i^j \mid j \in J\}$  с процессом производства некоторой продукции (в частности – информационной).

На рис. 1 представлена двухуровневая система процессов.

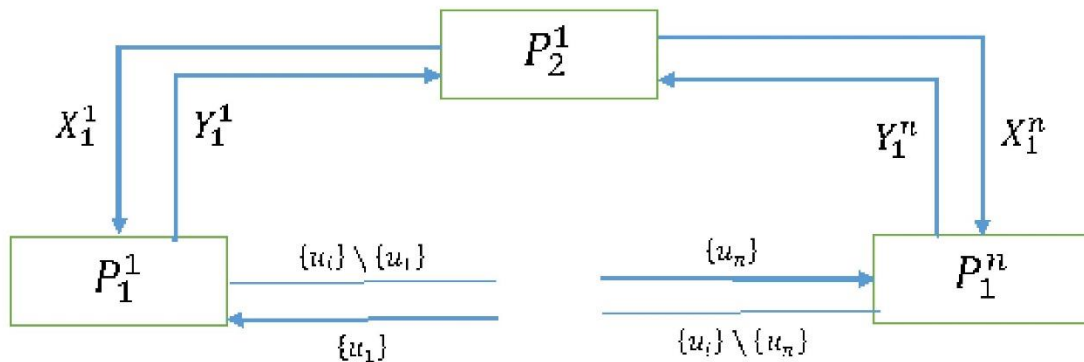


Рис. 1 Двухуровневая система процессов

Здесь  $U = \{u_i \mid i \in I\}$  – связи между элементами процессов. Чтобы конкретизировать связи, введем  $\{u_i^j \mid u_i^j \in U\}$ ,  $i$  – индекс подсистемы источника,  $j$  – индекс подсистемы приемника. Тогда процесс передачи по связи можно задать отношениями  $H = \{h_i^j \mid h_i^j \subseteq S_1^i \times S_1^j \mid i, j \in I\}$  где  $P \subseteq X_1^i \times Y_1^i \times \{u_i\}$ , связи  $u_i^j \mid h_i^j \subseteq \emptyset \times \emptyset \times \{u_i\} \times \emptyset \times \emptyset \times \{u_j\}$ , будем называть прямыми, т.е. это те связи, передача по которым реализуется без вмешательства управляющего органа. Остальные связи будем называть опосредованными (связи, передача по которым требует сообщать некую информацию управляющему органу и получать от него решение). Введем количественную характеристику управления по реализации связи как  $g_i \mid g_i: h_i^j \rightarrow V$ , где  $V$  – одномерное числовое множество (очевидное требование  $g_i^j: \emptyset \rightarrow \{\emptyset\}$ ), В.А. Трапезников [5] процесс управления представляет, как ввод определенного количества информации в систему, поэтому естественным будет таким же образом определить  $g_i^j$ , т.е.  $g_i^j$  задает затраты на формирование и ввод необходимого количества информации, чтобы реализовать связь от  $P_1^i$  к  $P_1^j$ . Общие затраты, необходимые для реализации связей в некоторый заданный интервал времени определим, как [6]  $Q = \sum_{i,j \in I} q_i^j(h_i^j)$ .

Очевидно, что затраты на формирование и ввод необходимой управляющей информации пропорциональны количеству элементов процесса и количеству опосредованных связей. Совершенно естественно будет ввести количественную оценку технологичности, как величину обратную к затратам. Это отвечает интуитивным представлениям, то есть в идеальном случае управлять процессом не надо, Он полностью самоорганизован, а при росте управляющей информации наступает момент, когда процесс становится неуправляемым и необходимо решать вопрос о разделении процесса на ряд подпроцессов с введением промежуточного уровня иерархии.

$T = \frac{1}{Q}$  – коэффициент технологичности процесса.

Данный подход можно использовать для оценки самых различных систем от организационных до программных. Чем сложнее система, тем сложнее количественно оценить объемы управляющей информации и затраты на ее получение, но тем не менее даже грубая оценка однородных систем позволяет выявить более технологичные [6].

Можно сформулировать общие правила повышения технологичности процессов: необходимо уменьшать количество подпроцессов; необходимо уменьшать количество опосредованных связей.

Технологичность, в данном понимании можно интерпретировать в двух направлениях:

- 1) когда управляющий орган «человеческий», в данном случае применение автоматизации управления (создание и внедрение профильных информационных систем, в нашем случае это информационные системы управления крупным стационаром), с точки зрения изложенных правил повышает технологичность управляемого процесса и ограничением могут служить только экономические и научные факторы;
- 2) когда управляющей орган представляет собой автоматизированную или автоматическую систему, или систему искусственного интеллекта, в этом случае повышение технологичности упрощает управляющий автомат, и можно ставить оптимизационную задачу поиска оптимального сочетания вложения средств в совершенствование управления (управляющего автомата) и совершенствования технологии.

Так как ЭТК создается для каждого включенного в систему процесса, происходящего в медицинском учреждении [2], необходимо предусмотреть процедуру оценки технологичности ЭТК в соответствии с предлагаемой методикой. Данный подход позволит оптимизировать управление крупным стационаром на базе ЭМК.

Адаптивность информационных систем (автоматизированных систем управления) подробно исследована в [7, 8]. Предложено три уровня адаптации:

- 1) Адаптация системы обработки данных, при которой программное обеспечение адаптируется к информационным особенностям объекта.
- 2) Адаптация типовых задач к особенностям объекта.
- 3) Адаптация в смысле реализации оригинальных функций управления присущих конкретному объекту.

Там же вводится понятие двух видов адаптации: параметрической и структурной. Здесь можно отметить, что параметрическая адаптация более проста, она, обычно связана с изменением скорее формы (изменение входных, выходных документов, вычислительной среды и т.п.), чем содержания. Структурная же адаптация, то есть адаптация к изменениям целей функционирования объекта, методов и алгоритмов решения проблем – намного сложнее, она очень тесно смыкается с проблемами искусственного интеллекта (см., например, [9]).

При определении адаптивности необходимо оценить данное свойство, иначе можно уповать только на экспертное мнение. Так как можно запрограммировать любой алгоритм, то, не вдаваясь в такие тонкости, как затраты труда, времени и других ресурсов, можно сказать что любая система адаптивна, так как за конечный срок можем приспособить ее к любому объекту.

Другой крайний случай, это когда система вообще не требует настройки со стороны человека, то есть абсолютно адаптивна. Понятно, что существует бесконечно много промежуточных вариантов. Отсюда неформально следует, что система тем более адаптивна, чем меньше затрат мы должны понести на переориентацию ее к работе в других условиях. Причем, здесь есть смысл, видимо, ограничиться интеллектуальными затратами (затраты труда высококвалифицированных специалистов). Кроме того, для информационных систем (автоматизированных систем управления) адаптивность необходимо рассматривать шире, чем адаптивность программного обеспечения.

Если рассматривать процесс производства различных видов информационных систем (автоматизированных систем управления), возможно одного выбранного класса, то в данном случае технологичность этого процесса можно приравнять к количественной оценке адаптивности системы, если под системой понимать информационную систему (автоматизированную систему управления), которую можно получить с помощью данного процесса [6].

Предполагается, что мы можем каким-то образом измерить затраты управляющей информации на поддержание процессов в работоспособном состоянии. Для достаточно грубой, но вполне конструктивной оценки можно воспользоваться следующим подходом:

- 1) определить для каждого процесса понятия параметрической и структурной настройки, считая, что параметрическую настройку осуществляет малоквалифицированный персонал, а структурную – высококвалифицированный персонал;
- 2) определить, для каждого процесса множество вариантов информационной системы (автоматизированной системы управления), на которые может настраивать данный процесс;
- 3) определить затраты на параметрическую и структурную настройку для некоторого усредненного представителя множества вариантов информационной системы (автоматизированной системы управления) и считать, что высококвалифицированный специалист в 3-5 раз продуктивнее низкоквалифицированного. Это соотношение взято достаточно условно из [10]. Косвенным подтверждением этой оценки служит существующий эвристический принцип, что квалифицированный специалист может продуктивно руководить тремя – пятью менее квалифицированными специалистами. Кроме того, это соотношение не критично и может быть уточнено для каждого конкретного случая. Нам же оно необходимо для того, чтобы дать некоторые количественные оценки. Определим оценку адаптивности информационной системы (автоматизированной системы управления), как обратную величину затрат на настройку на один элемент множества вариантов информационной системы (автоматизированной системы управления);
- 4) Для первичной классификации можно также рассмотреть, требуется ли структурная настройка вообще и, если не требуется, то по отношению к аналогичным информационным

системам (автоматизированным системам управления), использующим структурную настройку, данная система будет в три – пять раз более адаптивна.

В Методических рекомендациях по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций [3] приведены рекомендации по приспособляемости (адаптации) при изменении условий эксплуатации МИС медицинского учреждения (далее – МИС МО). МИС МО должна обладать свойствами приспособляемости и масштабируемости, заключающимися в возможности сохранения или повышения производительности при изменении условий эксплуатации, гибкости по отношению к изменениям, не связанным с коренным изменением нормативных документов, регулирующих деятельность медицинского учреждения. Требования к приспособляемости МИС МО заключаются в обеспечении возможности ее работоспособности в следующих случаях:

- при изменении количества потребителей информации;
- при изменении количества автоматизируемых функций;
- при изменении требований к безопасности МИС МО;
- при изменении количества и/или специализации поставщиков информации.

Предлагаемая методика позволяет сравнить возможности адаптации различных МИС, дать некую количественную оценку.

### **Заключение**

Предложена методика совершенствования электронных медицинских карт как инструмента управления крупным стационаром.

### **Литература**

1. *Полунина Н.В.* Общественное здоровье и здравоохранение. – М: Издательство «Медицинское информационное агентство», 2010. – 544 с
2. *Дорофеюк А.А., Дорофеюк Ю.А., Мандель А.С., Чернявский А.Л., Шифрин М.А.* О разработке нового поколения электронных медицинских карт, являющихся инструментом управления процессом работы с больными в крупном стационаре / Материалы 11-й Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2018, Москва). М.: ИПУ РАН, 2018. Т. 2. С. 456-458.
3. Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций (МИС МО). Утверждено Министром здравоохранения Российской Федерации 1 февраля 2016 года. – 82 с.
4. *Месарович М., Мако Д., Такахага И.* Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
5. *Трапезников В.А.* Управление и научно-технический прогресс. – М.: Наука, 1983. – 224 с.
6. *Максаков В.В.* Некоторые количественные оценки технологичности и адаптивности составных частей АСУ. – В кн. «Перспективные направления развития информатики и компьютерной технологии в здравоохранении. Тез. Всесоюзной научной конференции, М.: 1986. – с.121-122.
7. *Бобко И.М.* Автоматизированные системы и их адаптация. – Новосибирск: Наука, 1978. – 111 с.
8. *Марчук Г.И., Аганбегян А.Г., Бобко И.М. и др.* Адаптивная АСУ производством (АСУ «Сигма»). – М.: Статистика, 1981. – 176 с.
9. *Эндрю А.* Искусственный интеллект: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 264 с.
10. *Брукс Ф.Г.* Как проектируются и создаются программные комплексы: пер. с англ. – М.: Наука, 1979. – 151 с.